

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑯ Patentschrift

⑯ DE 42 36 723 C 1

⑯ Int. Cl. 5:

C 02 F 1/463

C 02 F 1/465

// C02F 1/66

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

WT Wassertechnologie GmbH, 42369 Wuppertal, DE

⑯ Vertreter:

Köchling, C., Dipl.-Ing.; Köchling, C., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 58097 Hagen

⑯ Erfinder:

Witt gen. Witte, Willi, 5820 Gevelsberg, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 36 41 365 C2

DE 34 33 449 A1

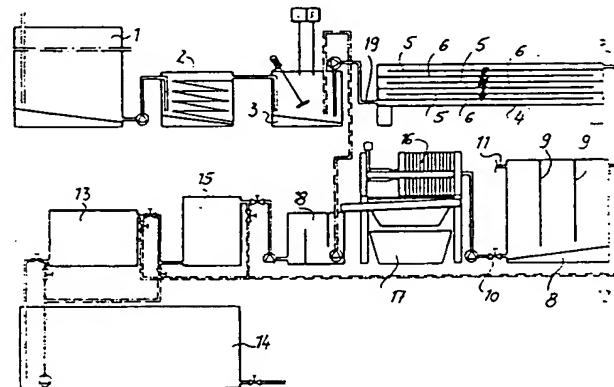
DE 34 33 175 A1

EP 04 52 597 A1

RÜFFER, H. - ROSENWINKEL, K.-H.: Taschenbuch  
der Industrieabwasserreinigung, R. Oldenbourg  
Verlag München, 1991, S. 318;

⑯ Vorrichtung zur Reinigung und Aufbereitung von Schmutzwässern mittels Elektroflotation

⑯ Um ein Verfahren zur Reinigung und Aufbereitung von Schmutzwässern mittels Elektroflotation unter Verwendung von durch Elektrolyse sich verbrauchenden Elektroden aus Eisen und/oder Aluminium, wobei das Schmutzwasser an plattenförmig ausgebildeten Elektroden vorbeilaufen, zu schaffen, bei dem in einfacher Weise eine hervorragende Reinigung von Abwasser ermöglicht ist, wird vorgeschlagen, daß durch die plattenförmigen Elektroden ein im wesentlichen mäanderförmiger Durchlaß für das Schmutzwasser gebildet wird, dessen lange Wegstrecken durch die plattenförmigen Elektroden gebildet werden, die parallel zueinander und horizontal angeordnet werden, und daß das Schmutzwasser mit mindestens annähernd konstanter Strömungsgeschwindigkeit durch den Durchlaß zwischen den Elektroden gefördert wird, wobei die Strömungsgeschwindigkeit und der Abstand der plattenförmigen Elektroden so gewählt wird, daß die bei der Elektroflotation entstehende Flockung in der Strömung in Schwebeflocken und mit der Strömung transportiert wird.



DE 42 36 723 C 1

DE 42 36 723 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Reinigung und Aufbereitung von Schmutzwässern mittels Elektroflotation unter Verwendung von durch Elektrolyse sich verbrauchenden Elektroden aus Eisen und/oder Aluminium, wobei das Schmutzwasser einen Elektrolysereaktor mit plattenförmig ausgebildeten Elektroden durchströmt, die plattenförmigen Elektroden einen im wesentlichen mäanderförmigen Durchlaß für das Schmutzwasser bilden, dessen lange Wegstrecken durch die plattenförmigen Elektroden gebildet sind, die parallel zueinander und horizontal angeordnet sind.

Bei vielen Arbeitsprozessen fallen Abwässer an, die teilweise stark mit organischen Verbindungen und/oder Schwermetallen belastet sind.

Beispielsweise können hier Galvanikbetriebe, Druckereibetriebe, metallverarbeitende Betriebe, Reinigungsbetriebe, Reparaturbetriebe und Textilfärbebetriebe genannt werden.

Die Mindestanforderungen an die Wasserqualität für das Einleiten von Abwässern in das Kanalisationssystem bzw. in Gewässer werden in der Regel durch Vorschriften auf Bundesebene geregelt. So sind beispielsweise für die Textilindustrie (Färbereibetriebe), deren Schmutzwasser im wesentlichen aus der Be- und Verarbeitung von Spinnstoffen, Garnen und der Textilveredelung stammt, die Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwässern in Gewässer in einer Abwasserverwaltungsvorschrift (Abwasser VwV vom 5.9.1984) festgelegt. Darüber hinaus ist aber zu beachten, daß bundeseinheitliche Regelungen für die Einleitung von Schmutzwasser (Grenzwerte der Belastung) in vielen Fällen durch Länder- bzw. Kommunalvorschriften noch restriktiver ausgelegt sind.

Aus der DE 36 41 365 C2 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der Elektrodenplattenpakete aus Aluminium und Eisen kaskadenförmig angeordnet sind, die von Schmutzwasser durchlaufen werden. Dabei erfolgt die Anordnung des Plattenpaketes lotrecht, wobei die Platten der Plattenpakete bis zu einem Gefäßboden reichen, in welches Gefäß die Plattenpakete eingesetzt sind. Das Schmutzwasser soll diese Plattenpakete zwangsläufig durchlaufen. Hierdurch ist in gewisser Weise schon eine Reinigung des Schmutzwassers möglich, da durch diese Elektrodenanordnung ohne Zusatz von Chemikalien oder Bindestoffen eine Klärung in einem großen pH-Bereich möglich ist. Beim Durchlauf des Schmutzwassers wird dieses geklärt und desinfiziert, wobei Metalle ausoxidiert werden, Emulsionen gebrochen werden und Ölanteile in eine Schaumphase getrieben werden. Die elektrolytische Wirkung zwischen Anode und Kathode bewirkt eine  $H_2O$ -Trennung, wodurch Feinstgasbläschen erzeugt werden und der freiwerdende Sauerstoff äußerst intensiv die im Schmutzwasser befindlichen Substanzen oxidieren kann.

Die Gasblasen treiben dabei mit den gebildeten Flocken an die Oberfläche des Behälters, so daß dort ein stabiles Schaumbett entsteht. Schwere Schmutzpartikel sinken in den Bodenbereich. Zwischen dem oberen Schaumbett und dem unteren Schwerschmutzanteil entsteht eine Klarphase. Der Schaum kann oberflächenseitig abgezogen werden, während Querschmutzanteile am Boden des Behälters durch Rohre abgeführt werden sollen.

Dieses Verfahren ist prinzipiell funktionstüchtig, jedoch ist das ausgebrachte gereinigte Wasser nur in Ausnahmefällen dazu geeignet, daß es unmittelbar als Rein-

wasser weiter verwendet oder in Gewässer abgeleitet werden kann.

Durch die vorbekannte Anordnung und Ausbildung wird eine ausreichende Durchströmung zwischen den Elektrodenplatten nur im oberen Bereich des Behälters erreicht, während im unteren Bereich des Behälters keine ausreichende Durchströmung stattfindet.

Des Weiteren wird dadurch, daß die aufsteigenden Gasblasen oberseitig aus dem Behälter austreten können, der Sauerstoffgehalt des Schmutzwassers übermäßig verringert, so daß wegen Sauerstoffmangel das Wasser nicht direkt an Kläranlagen abgegeben oder in Gewässer eingeleitet werden kann. Zusätzlich ist nachteilig, daß sich bei der bekannten Anordnung am Behälterboden ein Sumpf bildet, der zum Kurzschluß zwischen den Elektrodenplatten führen kann und/oder zu einer Änderung der Stromstärke zwischen den Elektroden führt.

Aus der EP 0 452 597 A1 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt, bei der unter Vermeidung der oben beschriebenen Nachteile eine horizontale Anordnung der plattenförmigen Elektroden vorgesehen ist. Nachteilig bei dieser Anordnung ist, daß der Elektrolysereaktor im Querschnitt kreisförmig ausgebildet ist und die Elektrodenplatten entsprechend Kreisscheiben sind, die Strömungsdurchlässe aufweisen. Diese Anordnung und Ausbildung führt dazu, daß der Aufbau der gesamten Vorrichtung sehr aufwendig ist, da die einzelnen Scheiben unter Zwischenlage von Abstandselementen und Dichtelementen lotrecht übereinander montiert und durch entsprechende durchlaufende Zuganker miteinander verbunden werden müssen. Sofern bei einer solchen Vorrichtung einzelne Elektrodenplatten verbraucht sind, so ist die Demontage der gesamten Vorrichtung erforderlich, um beispielsweise nur eine einzige Elektrodenplatte auszuwechseln.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung gattungsgemäßer Art zu schaffen, die bei einfacherem Aufbau einen besonders einfachen Ersatz von verbrauchten Elektrodenplatten ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß der Elektrolysereaktor die Form eines schmalen, langen und hohen Quaders aufweist, daß in den Elektrolysereaktor Elektroden in Form von rechteckigen Eisen- und/oder Aluminiumplatten jeweils mit einer Stirnseite und beide Längsrandkanten gedichtet eingesetzt sind, deren andere Stirnseite einen Durchlaßspalt mit der entsprechenden Behälterwand freilassen, eine Seitenwand des Elektrolysereaktors lösbar am Elektrolysereaktor angeordnet ist und die plattenförmigen Elektroden nach Entfernung der Seitenwand seitlich aus dem Elektrolysereaktor herausziehbar oder einschiebar sind oder die Stirnwände des Elektrolysereaktors (4) lösbar angeordnet und die plattenförmigen Elektroden (5, 6) nach dem Lösen der Stirnwände mit diesen aus dem Elektrolysereaktor herausziehbar sind.

Zum Ersatz von verbrauchten Elektrodenplatten ist es hierdurch in einfacher Weise möglich, lediglich die eine Seitenwand des Elektrolysereaktors zu lösen, so daß dann jede der plattenförmigen Elektroden zugänglich ist und seitlich aus dem Reaktorbehälter herausgezogen werden kann. Es ist demzufolge in einfacher Weise möglich alle oder einzelne Elektrodenplatten zu ersetzen. Nach dem Einschieben der neuen Elektrodenplatte wird die Seitenwand des Elektrolysereaktors wieder an diesem befestigt, so daß der Elektrolysereaktor wieder funktionstüchtig ist.

Analog können die Stirnwände des Elektrolysereaktors gelöst und die plattenförmigen Elektroden ausgetauscht werden.

Aus der DE 34 33 175 A1 ist zwar an sich die Ausbildung eines quaderförmigen Reaktionsmoduls zur Aufbereitung von Flüssigkeiten bekannt, wobei dort allerdings die einen mäanderförmigen Durchlaß bildenden horizontal angeordneten Leitbleche von oben in einen Behälter eingesetzt sind und mittels Zugstreben der Behälter geschlossen ist, so daß zum Auswechseln einzelner Leitbleche zunächst die Zugstreben gelöst, der Deckel des Behälters abgenommen und dann die Platten von oben entnommen werden müssen. Dies bedeutet, daß dann, wenn beispielsweise eine im unteren Bereich des Behälters befindliche Platte defekt oder zerstört ist, der gesamte Behältereinbau ausgebaut werden muß, um die im unteren Bereich befindliche defekte Platte zu ersetzen.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung dient das in Lösung gehende Elektrodenmaterial (Eisen und/oder Aluminium) gleichzeitig als Flockungsmittel. Mit dieser Vorrichtung wird ein nahezu vollständiger Abbau der Abwasserinhaltsstoffe erreicht. Das Reinwasser, welches die Vorrichtung verläßt, genügt bei der organoleptischen Beurteilung (Farbe, Geruch, Trübung) den geltenden Bestimmungen. Sowohl die Belastung mit organischen Verbindungen, die durch den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB-Wert) und den MKW (Mineralöl, Kohlenstoffe)-Wert charakterisiert sind, als auch der Gehalt an Chrom wird beim Betrieb der Vorrichtung drastisch reduziert.

Um besonders günstige Strömungsverhältnisse zu erreichen, wird in Weiterbildung vorgeschlagen, daß der Schmutzwassereinlaß mittig der Breitenersteckung des unteren Durchlaßraumes und der Ablauf mittig der Breitenerstreckung des obersten, in Strömungsrichtung letzteren Durchlaßraumes des Reaktorbehälters vorgesehen ist.

Aus dem gleichen Grunde sind die Weiterbildungen gemäß Anspruch 3 bis 5 bevorzugt.

Durch die gewählten Bemessungen werden Strömungsgeschwindigkeiten innerhalb der Vorrichtung realisiert, durch die die bei der Elektroflotation entstehende Flockung in der Strömung in Schwebegehalten und mit der Strömung transportiert wird. Zudem wird durch diese Ausbildung erreicht, daß über den gesamten Strömungsverlauf des Schmutzwassers zwischen den plattenförmigen Elektroden eine gleichmäßige konstante Strömung aufgebaut wird, von der die gebildeten Flocken mitgenommen werden. Auch die durch die  $H_2O$ -Trennung entstehenden Gasblasen können über den gesamten Transportweg beim Durchlauf durch die Elektroflotationseinrichtung Sauerstoff abgeben, so daß eine sehr hohe Ausnutzung des freigesetzten Sauerstoffes möglich ist.

Insbesondere dies führt dazu, daß der Sauerstoffgehalt im Reinwasser nur geringfügig abnimmt, so daß das gereinigte Wasser einen so hohen Sauerstoffgehalt besitzt, daß es ohne weiteres wiederverwendet, in Gewässer eingeleitet oder auch Kläranlagen zugeführt werden kann. Zudem wird durch die erfindungsgemäße Ausbildung erreicht, daß eine Sumpfbildung zwischen den Elektrodenplatten weitestgehend vermieden ist, da sämtliche ausgeflockten Schwämmostoffe und dergleichen mitgenommen werden und mit dem gereinigten Wasser aus der Elektroflotationsvorrichtung abgezogen werden können. Im Anschluß an die Elektroflotation kann die Flockung und eventuelle Ölanteile vom

gereinigten Wasser getrennt werden, das gereinigte Wasser abführt und die Flockung verdichtet zur in Form eines Filterkuchens entnommen werden.

Die Plattenfolge der Elektrodenplatten ist im Prinzip beliebig wählbar, so daß beispielsweise eine gleichmäßige Folge von Aluminium- und Eisenplatten oder auch eine Folge von Aluminium- und Aluminiumplatten oder eine Folge von Eisen- und Eisenplatten als Anode und Kathode vorgesehen sein kann. Sofern das zugeführte Schmutzwasser einen hohen Salzgehalt oder einen hohen Säuregehalt aufweist, so ist bevorzugt, zunächst Aluminiumelektroden einzusetzen, um das Schmutzwasser zu neutralisieren. Der Einsatz von Eisenelektroden ist aber prinzipiell vorteilhafter, da diese preiswerte sind. Es ist auch möglich und vorteilhaft, das Schmutzwasser vor dem Einleiten in die Elektroflotationszelle zu neutralisieren, um den Verbrauch an Elektrodenplatten zu minimieren.

Ein streng schematisiertes Ausführungsbeispiel der 20 Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher beschrieben. In der einzigen Zeichnungsfigur ist schematisch das Reinigungsverfahren und die dazugehörigen Gerätschaften dargestellt.

Das Schmutzwasser wird zunächst in einen Abwassersammelbehälter 1 eingeleitet und von dort in einen Kühlbehälter 2 abgegeben. In einem weiteren Behälter 3 wird der pH-Wert des Schmutzwassers erfaßt und ggf. das Schmutzwasser neutralisiert. Von diesem Behälter wird das Schmutzwasser an den eigentlichen Elektrolysereaktor 4 abgegeben. Im Elektrolysereaktor 4 sind die plattenförmigen Elektroden 5, 6 aus Eisen oder Aluminium horizontal und parallel zueinander angeordnet, wobei sie einen relativ schmalen, im wesentlichen mäanderförmigen Durchlaß für das Schmutzwasser bilden. 30 Die langen Wegstrecken des Durchlasses sind durch die plattenförmigen Elektroden 5, 6 gebildet. Der Elektrolysereaktor weist die Form eines schmalen, langen und hohen Quaders auf. In diesem Elektrolysereaktor 4 sind die Elektrodenplatten 5, 6 jeweils mit einer Stirnseite 40 und beiden Längsrandkanten gedichtet eingesetzt. Die andere Stirnseite bildet mit der Behälterseitenwandung einen Durchlaßspalt. Das Schmutzwasser wird beispielsweise mit einem Druck von 1 bar in den Elektrolysereaktor 4 eingespeist, wobei beispielsweise der Plattenabstand der Elektrodenplatten 5, 6 10 mm aufweisen kann. Der Durchsatz kann beispielsweise beim Ausführungsbeispiel 1 m<sup>3</sup> pro Stunde betragen. Die Plattenstärke kann dabei 10 mm, deren Länge 3 m und deren Breite 100 mm aufweisen. Die Plattenfolge ist grundsätzlich beliebig, wobei der Einsatz von Eisenplatten kostengünstig ist und der Einsatz von Aluminiumplatten, insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn das Schmutzwasser einen hohen Salz- oder Säuregehalt aufweist. Das durch den Elektrolysereaktor an den Elektrodenplatten 5, 6 vorbeiströmende Schmutzwasser wird durch die elektrolytische Wirkung zwischen Anode und Kathode (Elektrodenplatten 5 bzw. 6) hinsichtlich des  $H_2O$ -Bestandteiles teilweise aufgetrennt, wobei Feinstglasbläschen erzeugt werden. Der freiwerdende Sauerstoff oxidiert die im Schmutzwasser befindlichen Substanzen. Die Gasblasen und die gebildeten Flocken werden mit der Flüssigkeit durch den Elektrolysereaktor gefördert und bei 7 aus dem Elektrolysereaktor 4 abgezogen. Dieses abgezogene Wasser wird samt Flockenbestandteilen in einen Flockungsbehälter 8 eingespeist, der vom Behälterdeckel zum Boden des Behälters gerichtete Wehrbleche oder dergleichen aufweist, die mit 9 bezeichnet sind. Durch diese Ausbildung wird

der Flockungsbestandteile dem Wasser entzogen, da dieser im Behälter 8 nach unten sinkt und bei 10 entnommen werden kann. Der Öl- oder Emulsionsbestandteil, der auf dem Wasser schwimmt, kann beispielsweise bei 11 abgezogen werden.

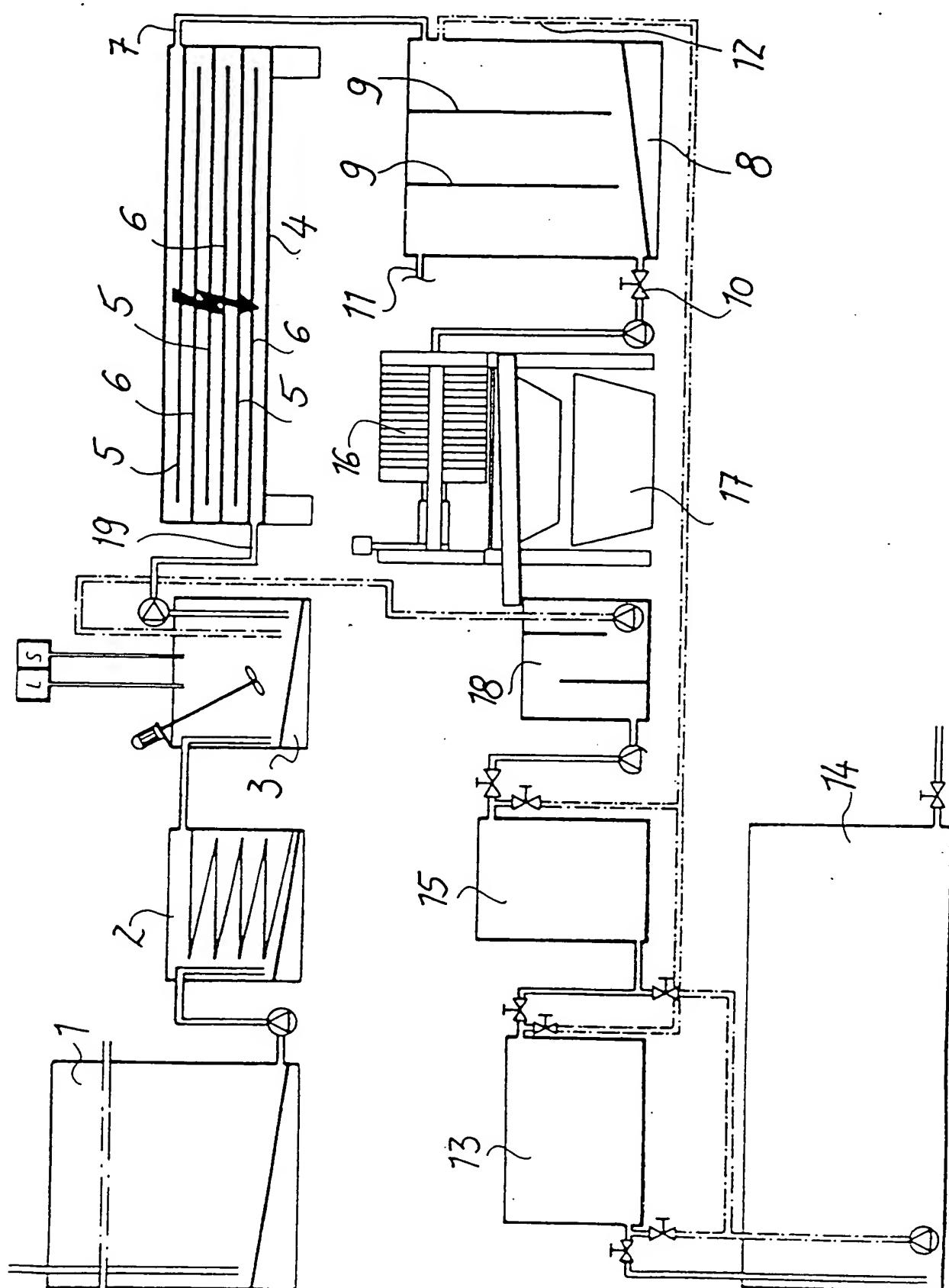
Das gereinigte Wasser kann bei 12 abgezogen und beispielsweise einem Feinfilter 13 und von dort einem Brauchwasser-Sammelbehälter 14 zugeführt werden. Es kann auch zusätzlich noch ein weiterer Feinfilter 15 vorgeschaltet sein. Das abgezogene Flockungsmaterial wird in eine Filterpresse 16 eingegeben, aus der der Filterkuchen abgeworfen wird und in einem Sammelbehälter 17 aufgefangen wird. Das aus der Filterpresse 16 ablaufende überschließende Wasser wird bei 18 aufgefangen, kontrolliert und über die Feinfilter 13 bzw. 15 ebenfalls dem Brauchwasser-Sammelbehälter zugeführt. Die Elektrodenplatten sind in dem Elektrolyserektor 4 so angeordnet, daß sie entweder seitlich nach Entfernung einer Seitenwand aus dem Elektrolyserektor 4 herausgezogen bzw. neue Platten eingeschoben werden können oder aber es können auch die Stirnwände des Behälters lösbar sein, so daß die Reaktorplatten mit den Stirnwänden aus dem Elektrolyserektor herausgezogen werden können. Insbesondere auf die erstgeschilderte Art und Weise ist ein besonders einfacher Ersatz von verbrauchten Elektrodenplatten möglich.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung und Aufbereitung von Schmutzwässern mittels Elektroflotation unter Verwendung von durch Elektrolyse sich verbrauchenden Elektroden aus Eisen und/oder Aluminium, wobei das Schmutzwasser einen Elektrolyserektor mit plattenförmig ausgebildeten Elektroden durchströmt, die plattenförmigen Elektroden einen mäanderförmigen Durchlaß für das Schmutzwasser bilden, dessen lange Wegstrecken durch die plattenförmigen Elektroden gebildet sind, die parallel zueinander und horizontal angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrolyserektor (4) die Form eines schmalen, langen und hohen Quaders aufweist, daß in den Elektrolyserektor (4) Elektroden (5, 6) in Form von rechteckigen Eisen- und/oder Aluminiumplatten jeweils mit einer Stirnseite und beider Längsrandskanten gedichtet eingesetzt sind, deren andere Stirnseite einen Durchlaßspalt mit der entsprechenden Behälterwand freilassen, daß eine Seitenwand des Elektrolyserektors (4) lösbar am Elektrolyserektor (4) angeordnet ist und die plattenförmigen Elektroden (5, 6) nach Entfernung der Seitenwand seitlich aus dem Elektrolyserektor (4) herausziehbar oder einschiebbar sind oder, daß die Stirnwände des Elektrolyserektors (4) lösbar angeordnet und die plattenförmigen Elektroden (5, 6) nach dem Lösen der Stirnwände mit diesen aus dem Elektrolyserektor herausziehbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzwassereinlaß (19) mittig der Breitenerstreckung des untersten Durchlaßraumes, und der Ablauf (7) mittig der Breitenerstreckung des obersten, in Strömungsrichtung letzten Durchlaßraumes des Reaktorbehälters (4) vorgesehen sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der plattenförmigen Elektroden (5, 6) voneinander 10 mm beträgt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5, 6) eine Stärke von 10 mm aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (5, 6) eine Länge von 3 m und eine Breite von 100 mm aufweisen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



This Page Blank (uspto)